健康種苗生產技術與果樹產業

張清安
朝陽科技大學 生化科技研究所

摘 要

台灣地處亞熱帶，平原地區氣候溫暖潮濕，較適合熱帶型果樹之生長。但全島有三分之二面積屬於山地，甚至包括三千公尺以上高山，氣候與地形多變，故部分地區亦極適合溫帶型果樹之生產。因此自光復以來台灣地區曾經推廣發展之果樹產業種類繁多，幾乎涵蓋全球各地主要消費之果樹種類。果樹之生長通常需要較長的苗木期才能成長至果實豐產期，因此其面臨病害的挑戰相較於其他短期作物更為嚴苛，否則難以渡過苗木期而獲得理想的產量回饋。記錄上威脅果樹的病害種類中，以會造成系統性感染而隨苗木之無性繁殖垂直傳播至幼苗的病毒(virus)、類病毒(viroid)與菌質(phytoplasma)等病害影響最為嚴重。加上此等病害均無法輕易以藥劑防治加以治癒，果樹一經感染常無法維持正常之生長與結實。除了透過苗木的無性繁殖而傳播外，這些病原在田間也可以經由適當的媒介昆蟲或其他生物傳染至其他健康之植株，或遠距離散佈至其他地區，擴大其威脅的範圍。為了對抗此等病害，自古以來農業界已經深知除了清除田間感病的植株，降低感染源密度外，必須栽培健康無病之苗木才能維持果樹之正常生長與產能。因此建立一套穩定繁殖與供應無病健康果苗之體系乃任何面對此項威脅的果樹產

業必要之因應作為。從技術層面上來看，無病健康果苗之生產體系必須包括以下幾項：一、無病種源之篩選與確認：二、優良品系之去病原(或無毒化)技術；三、無病種源之保存；四、無病果苗之繁殖與量產。不過一個果樹之無病毒種苗要真能在田間發揮理想之防治效果,除了上述技術外更重要的層面是如何能抑制或延緩無病果苗於田間再次被感染之機會,保護其成長期間之健康無病狀態，以促成其未來之豐產與回饋。因此無病果苗之田間栽植與保護技術其實在應用層面上與果苗之繁殖技術同等重要。本文將以幾種本土果樹為例，介紹建立健康果苗生產之技術與田間應用時應把握之要領，以供台灣果樹產業發展各方先進之參考。

前　言

台灣雖處於亞熱帶地理位置但因全島有三分之二為山地所覆蓋，且海拔變化大，因此氣候條件不僅適合熱帶或亞熱帶型果樹之生長,部分高海拔地區甚至可以栽培溫寒帶型果樹。自國民政府遷台以來，由於專注於農業生產，不僅於平地推廣熱亞熱帶型果樹，於山地也鼓勵溫帶型果樹之栽培。80 年代農業全盛時期全台所曾推廣種植的果樹幾乎涵蓋全球主要消費種類,物產風饒,故有寶島之稱。

果樹生長期較其他短期作物長,一般至少需要 2-3 年的營養生長期才能達到果實豐產階段，因此在幼樹時期若遭受病蟲害之侵

襲，則不僅生長勢會受到衝擊，連帶也會影響到後續結果階段之產量回饋。因此果樹之栽培在面臨病害的挑戰上是遠較其他短期作物更為嚴苛的。

資料顯示，可以危害果樹生長與結實的病害種類包括真菌類、細菌類、病毒類〔包含類病毒(viroid)與菌質(phytoplasma)〕及線蟲類等。其中又以感染後可以造成系統性全身分佈的真菌、細菌、病毒、類病毒及菌質等對果樹的成長威脅最大。主要原因在於此等病原侵入感染後即無法以傳統方法包括藥劑處理加以治療。感病果樹會逐漸衰弱，生長緩慢，結實之質量降低，嚴重者甚至可能喪失活力而凋亡。這些病原甚至可以隨寄主植物之無性繁殖方式而垂直傳染到後代苗木，導致病害之廣泛散佈，全面影響到同一地區果樹之生產力。此等病原在田間也可以經由適當的媒介昆蟲或其他生物傳染至其他健康之植株，或遠距離散佈至其他地區，擴大其威脅的範圍。自文獻紀錄以來，果樹遭受病害之威脅而導致嚴重損失，甚至影響到社會文化歷史之變動之例證繁多，不勝枚舉。以台灣而言，民國六十年代所嚴重發生的香蕉萎縮病與黃葉病相當程度影響了台灣香蕉產業之發展，甚至導致香蕉栽培模式的改變。另外同一時期柑橘黃龍病的嚴重蔓延，更是台灣柑橘產業由盛而衰的原因之一。表 1.所列為台灣主要栽培之果樹與可能感染的系統性病害種類供讀者參考。

表 1.幾種台灣代表性果樹種類及其可能面臨之病害與傳播方式

果樹種類	繁殖方式	病害種類	傳播方式
香蕉	吸芽苗、組培苗	胡瓜嵌紋病毒(CMV)	種苗、蚜蟲(Npt)
		香蕉萎縮病毒(BBTV)	種苗、蚜蟲(Spt)
		香蕉苞葉嵌紋病毒(BBrMV)	種苗、蚜蟲(Npt)
		香蕉條紋病毒(BSV)	種苗、蚜蟲(Spt)
柑橘	嫁接苗	黃龍病(Candidatus)	嫁接、感染根砧、木蝨(Spt)
		萎縮病(CTV)	嫁接、感染根砧、蚜蟲(Npt)
		破葉病(CTLV)	嫁接、感染根砧、蚜蟲(Npt)
		鱗砧病(Exocortis viroid)	嫁接、感染根砧、器具傷口接觸
		鱗皮病(Psorosis)	嫁接、感染根砧
		木孔病(Xylopsorosis)	嫁接、感染根砧
百香果	嫁接苗	木質化病毒(PWV)	種苗、修剪、蚜蟲(Npt)
		斑紋病毒(PaMV)	種苗、修剪、蚜蟲(Npt)
		胡瓜嵌紋病毒(CMV)	種苗、修剪、蚜蟲(Npt)
木瓜	嫁接苗、組培苗、扦插苗	輪點病毒(PRSV)	無性繁殖苗、蚜蟲(Npt)
		畸葉嵌紋病毒(PLDMV)	無性繁殖苗、蚜蟲(Npt)
		頂縮菌質病 (Die back phytoplasma)	可能為浮塵子
梨	嫁接、高接穗、	衰弱菌質病(phytoplasma)	木蝨(Pt)、感染根砧
		蘋果莖凹陷病毒(ASGV)	嫁接、修剪、感染根砧、可能真菌
		蘋果黃化葉斑病毒(ACLSV)	嫁接、感染根砧、可能線蟲

		蘋果莖痘斑病毒(ASPV)	嫁接、感染根砧
		葉緣焦枯細菌病(Xylella fastidiosa)	嫁接、感染根砧、可能浮塵子
葡萄	嫁接	葉緣焦枯細菌病	嫁接、感染根砧、浮塵子
		多種病毒(closteroviruses etc.)	嫁接、感染根砧
紅龍果	嫁接、扦插苗	仙人掌病毒 X	嫁接、修剪與採果之傷口傳染
		蟹爪蘭病毒 X	嫁接、修剪與採果之傷口傳染
		紅龍果病毒 X	嫁接、修剪與採果之傷口傳染
鳳梨	分芽	鳳梨介殼蟲萎凋病毒	介殼蟲、分芽

面對系統性病原之威脅，自古以來農業界早已深知除了必須隨時清除田間感病的植株，降低感染源密度，以遏止病害之傳播外。最重要的策略應是栽培健康無病之苗木才能維持果樹之正常生長與產能。除了新開發的農地果園，必須種以無病健康的果苗，以確實隔絕病害的發生，保證果樹後續的生長勢與產能外。對於已發生病害之地區，也必須在清除病株後補植無病健康的樹苗，才能抑制病害的流行，維持果園的生產力。因此建立一套穩定繁殖與供應無病健康果苗之體系乃任何面對系統性病害威脅的果樹產業必要之作為。本文將就建立無病健康果樹苗之繁殖與供應體系之技術與實務上應遵循與考量的原則提出個人之淺見，並且將以過去筆者所曾參與的百香果無病健康苗推廣之經驗，說明與討論田間栽培應用健康無病苗時應把握之要領。

建立無病健康果樹苗繁殖與供應體系之技術與原則

一、無病種源之篩選與確認

每一種果樹所面對的病害種類均有所不同，有些病害發生普遍危害嚴重，有些則可能在發生上有所侷限，危害的嚴重性並不明顯。因此在研擬建立任何果樹的無病健康苗木繁殖與供應體系時必須先掌握該果樹所可能面臨威脅之所有病害之種類，並且一一評估每一種病原發生之頻度與危害之嚴重程度，然後訂定優先面對之次序，依次進行無病種原之篩選。此部分當然必須由植物病理專家團隊負責執行。過去台灣在發展健康種苗繁殖體系的過程中，曾經幾次發生團隊間之分工與合作出現不協調的問題，最後導致整體計畫的延遲甚至失敗。

過去推動無病健康果樹繁殖體系的經驗中，也常發生執行人員對於設定每一種果樹所需面對之病原種類範圍與優先次序之看法有所分歧的情形。學院派的作法常將所有可能發生的病原不論重要性如何一概列入篩選排除的名單，希望能一次到位澈底解決。而現實派的作法則是先將危害性高的種類列為優先排除的對象，對於危害嚴重性低者先行緩辦，其用意是在於有較高之機會篩選獲得無病種源，並且能搶得先機早日繁殖足夠的苗木數量進行田間推廣。其實健康種苗推廣的理想要領在於以最少的付出獲得最豐富的回饋。過去的經驗顯示在自然法則之運行下，任何一種作物都無法始終免於病害的挑戰，除非將作物種植在完全人工控制的生長箱環境

下，否則在大自然下幾乎無法避免受到病害的感染。最理想與經濟的果樹生產環境應該是能夠發展出避免果樹在盛產期過早受到嚴重型病害感染的管理模式。而非完全不考慮經濟成本與時間的付出下，盡一切力量維持果樹的無病狀態。要知道健康無病種苗產業穩定運作之誘因在於栽培者持續不斷對於無病健康苗木之需求。如果健康苗木之推出結果是病害的永遠消失，則種苗的需求怎麼可能持續存在？健康種苗產業的運作勢將無以為繼。健康種苗產業之終止運作乃代表果樹產業整體性之缺陷，並不利於產業正常的發展。過去常有人質疑筆者此項論點，認為永遠完全無病健康的果樹生產才是努力的目標。但是從歷史的軌跡上看來，完全缺乏病害挑戰的果樹種類(其實這種例子很少)，通常產量過剩，價賤傷農的情況勢必發生，對栽培者而言並無好處。其實經驗顯示，有適當的病害挑戰可以限制作物栽培面積與產量的無限擴張，合理的生產規模較能保證栽培者獲利的空間，當然同時也可提供健康種苗產業穩定的需求與永續發展的環境。因此筆者過去一再指出健康種苗產業之正常運作，其實與整體果樹產業之正常發展關係密不可分，二者互為因果，互利共生，共創雙贏。

篩選無病感染之種源時必須仰仗適當的病原檢測技術，因此在前段所述確認建立無病原健康果樹繁殖與供應體系所需面對之病害與病原種類優先次序後，必須立即針對該等重要病原種類開發敏

感與專一之檢測技術，方能進行無病種源之篩選。病原檢測技術乃植物病理學門專精之研究題材，國內在此方面之研究與應用成果極為豐碩，人才濟濟。相關資訊可參考過去所累積之文獻，本文不另行申論。

二、優良品系之去病原(或無毒化)技術

最理想的狀況下透過病原檢測技術之應用可以篩選出確認無病原感染的單株或種源，這些種源經過園藝性狀的比對調查後可以篩選出理想性狀的個體，作為後續大量繁殖種苗用之親本。但如果事與願違，在可能蒐集到的果樹個體單株經過病原檢測技術之篩檢都無法獲得無病原感染的個體時，無病原健康種苗繁殖的進展必然受到影響。此時可能只能運用去病毒(或稱脫毒)技術就原先所蒐集之優良園藝性狀個體進行處理，期能培育出除去病原感染之相同品系作為親本源，據以進行種苗大量之繁殖。過去曾經被運用作為去病毒處理之技術包括：

1.藉由絕大多數病原無法經由實生種子垂直傳染的特性，採集實生種子播種後取得無病原感染之幼苗。

2.利用莖頂生長點組織培養技術，取得無病原感染之生長點細胞進行組織培養，再生後獲得無病原感染之幼苗。

3.利用抗病毒藥劑例如 Ribavirin 添加於組織培養基中抑制病毒之

繁殖，達到除去病毒感染之效果。

5.利用高溫熱處理果樹幼苗，抑制病毒之活化以取得無病毒感染之果樹種源。

6.利用病毒不活化之溫度處理下，誘導植物長出新生無病毒感染之組織，再配合組織培養或芽接技術加以繁殖成為無病毒感染之種源。

三、無病種源之保存

不管是透過病原檢測技術篩選出無病原感染之種源，或者是運用去病原化技術處理而獲得無病原感染之優良種源，這些被證實的無病原種源應視為寶貴之資產，必須被妥善的保存，以避免發生病原再感染之情形。其保存之方式與所需之設施必須視每一種作物所可能遭受感染的病原及其傳染方式而定。舉例而言，若所面臨之病原為可經由蚜蟲傳播之 potyviruses，則該等無病原健康種源必須被保存於可防止蚜蟲入侵的溫網室內。若病原可經由粉蝨帶毒傳播，則種源必須被保存栽培於可防止粉蝨傳播入侵的設施內。而且這些種源必須定期接受病原檢測篩檢，以確認其無病原感染狀態。若經篩檢發現有感染情形則必須立即與其他正常植株隔離甚至銷毀，以避免病原之散佈。

四、無病果苗之繁殖與量產

有了確認的無病原感染健康親本源後，下一步當然是如何將這些親本大量快速的繁殖成為健康果苗，提供果農種植，以取代田間已發病的病株。如此將能有效清除田間病原密度，並抑制其傳染流行的速度。達到確保果樹健康生長的目標。不同果樹之最適繁殖方式各有差異，有些可以直接以枝條扦插繁殖，有些由於阡插苗不易發根，必須將枝條嫁接於砧木上。有些果樹則必須直接以高壓方式誘導發根。當然最簡單的方式是以實生苗進行繁殖，但是多半果樹若經由實生繁殖其幼苗成長時間較久，不具產業競爭力，且實生苗個體間變異大，栽培後生長特性與品質會有不均一情形，除非能透過一代雜交育種，否則產業界應用較少。由於許多果樹的變異常來自枝條突變，這類突變種源多半需仰賴傳統無性繁殖如扦插、高壓或嫁接來繁殖。不管使用何種方式繁殖都必須考量繁殖速率的問題，尤其當無病原種苗的需求量高時，果苗繁殖的速度必須能呼應市場的需求，速度高成長快的方式成本通常較低，農民接受的程度相對較高，如果繁殖速度慢，成長時間耗時，果苗之價格則會偏高，而影響農民接受程度，反而造成農民偏向於採用價格較低較容易取得之非健康保證之種苗。如此對於健康種苗之推廣與田間病害之抑制將有所不利。而且若當病害在田間的流行速度快時，健康無病果苗生產與栽培的速度必須能超過病害在田間再感染的速度，才有可能取代田間已感染之病株，降低病原在田間的感染源密度與流行速度。否則的話，病害的流行將無法被抑制。利用組織培養技術繁殖

果樹種苗由於受限於組培苗木生長速度低的問題,目前在除了香蕉苗外其他果上應用並不廣泛,但是組織培養技術的確可以被應用於少量珍貴親本的無病原化處理上(例如柑橘)。此部分仍值得產業界保留技術應用的空間。

不管使用何種繁殖技術都必須在能防止種苗被病原再次傳染的環境下進行,此一環境的要求等同於無病親本源的保存環境,但由於果苗的快速繁殖其空間的需求較大,在設施的施工與空間的設計上必須考量果苗的繁殖速度與銷售前所需成長的時間。

回溯過去百年來各國繁殖無病健康種苗的經驗,最常被應用的繁殖體系即所謂的『三級繁殖制度』。此一制度之精髓在於將繁殖用種源、設施、繁殖方式、量產數量及病原監測方法分成三種等級的管理。第一級為「原原種」,或稱為「基本種」,為最原始與珍貴之種源,其個體數量較少,所需維護之設施空間較小,但因其重要性高,故其保存設施之堅固性規格與安全管理等級均屬三級中最高者,此等保存原原種的圃場稱為『種源圃』,種源圃依過去的慣例通常被設置於繁殖體系的總部,以利於內部高層人員之管控。設備上通常以控溫型玻璃溫室最被廣泛採用。有些作物之繁殖體系甚至將原原種保存於走入式生長箱中。

利用第一級原原種所繁殖出來的種苗稱為「原種」,屬於三級繁殖制中的第二級。由於經過一次的繁殖量化,原種的數量可能已

經是原原種的數百甚至數千倍以上，因此保存此等原種的設施必須根據其數量加以放大，但在安全規格上仍然必須保有種源圃的等級。過去的慣例通常會將原種栽培於網室中，網室的大小可依據預期的繁殖數量而靈活調整。網室使用的網目規格則根據病原的媒介生物而調整，務必能隔絕媒介生物的入侵，避免再感染的發生。此等繁殖原種的圃場稱為『原種圃』或『採種圃』。

三級繁殖制的末端產品即商業化的無病健康種苗，繁殖此等種苗的專用圃場即稱為『種苗圃』，其種源乃取自於第二級的原種材料。由於種苗圃所繁殖之種苗乃供應農民種植所需，其數量必須斟酌市場的需求，且生產成本也必須考量農民的接受度與市場的競爭性而訂，因此種苗圃的管理與設施之規格大小不可能偏離現實，否則生產成本會高於市場可能接受之售價。從過去的經驗看來，有些作物的種苗圃甚至直接設立於開放的田間，例如馬鈴薯、百合及鬱金香等。當然直接將種苗圃設立於開放田間，必須面臨病原傳播無法阻止的挑戰。這通常只能運用選擇遠離發病區(非疫生產區)及隨時清除可疑發病植株的策略進行栽培。但多數果樹由於萬一苗木受感染其生產力會完全被扼殺，因此通常還是會將末端健康果苗之繁殖置於網室中進行。例如柑橘、百香果、香蕉等。

健康種苗三級繁殖制度看似複雜其實乃世人近百年來應用健康種苗防治系統性病害所累積之寶貴經驗。其最主要之考量有下列

幾點：

一、種源圃、採種圃與種苗圃分開管理可以避免於同一設施下遭受全面感染之風險。

二、實施不同等級之病原檢定與管理模式較符合實際，節省成本。

三、由不同種源進行繁殖放大可以壓低繁殖倍率，降低種苗突變之風險。

健康果樹苗田間應用之要領與原則

前段所述乃著重於健康果樹苗的繁殖與生產技術要領，其實生產出健康無病苗並不代表未來應用到田間時真正能顯現效果，抑制病害的發生與流行。過去的經驗顯示無病健康苗的繁殖只是代表初步的成功，重點在於必須能將此等健康苗栽植到田間，壓制病害的發生或流行，使果樹能正常成長，並且獲得適當的產量回饋。絕大多數的健康果苗當定植於田間後必須立即面對病原經由特定媒介方式造成再次感染的課題。有些果樹苗田間病害再感染的機率極高，速度極快，無法順利等到結果期即已感染例如柑橘及香蕉。而有些果樹種類則可以正常成長數年，然後再逐漸發病，例如葡萄、紅龍果等。對於再感染速度快的果樹種類必須採取適當對策保護果苗免於過早遭受再次感染，才能顯現健康果苗之防治效果。過去的經驗顯示，有幾種策略可以考慮採行。

一、掌握各病原傳播之方式與媒介生物之生態，尋求無病原或低密度病原發生地區進行栽植，此乃國際上所謂非疫生產點概念之實施。例如應用田間網室栽培木瓜，可以避免蚜蟲傳播之病毒病，達到非疫生產之效果。

二、針對短期作物，可尋求低或無感染時期(月份)進行栽植，以延長健康生長期，待植株成長後就算再感染也不影響收成。此策略過去筆者曾經成功應用於百香果健康無病毒苗之栽培，藉由掌握台灣地區一月份至五月份之低溫期，媒介蚜蟲的族群密度較低之特性，於一月初定植無病毒苗，可以讓果苗至少有五個月的期間不易遭受蚜蟲傳染，此期間百香果已經可以順利成長，並且順利獲得第一次結果期的生產。

三、研發健康種苗田間栽培初期之保護策略，延長健康生長期。此一策略過去台灣曾經成功應用於木瓜苗的定植，利用行間間植玉米，可以降低蚜蟲傳播木瓜輪點病毒之機率，延後感染。

四、針對媒介生物之生態，研發快速降低族群密度之技術。此一防治策略乃著眼於快速壓制媒介生物之族群密度，以降低田間病原傳播之風險。過去曾經被應用於柑橘木蝨之防治，基於研究發現木蝨族群的上揚與柑橘枝條新稍之成長有密切之關係，因此針對每年柑橘新稍初長季節施以木蝨藥劑防治，可以有效降低田間木蝨族群，而有助於降低柑橘立枯病傳播之發生率。不過此一策略只能對永續

型傳播之病毒病害具有效果，對於非永續型傳播(或稱為口針型傳播)之病毒病效果不彰。

運用推廣策略，鼓勵農民全面清除感病植株，以大幅降低田間感染源密度，延緩病害之流行。對於田間傳播速率不高的病害種類而言，其實如果能全面清除田間已經感染的植株，可以有效降低感染源密度，其次再配合後續追蹤調查，即時清除新發生的病株，也可以有效的抑制田間病害傳染的速率。過去筆者曾經成功的應用此一策略於百香果病毒病害的防治上。結合埔里大坪頂地區的百香果果農產銷班，每年定期於年底測底清除當地發病果園的所有植株，將病毒感染源幾乎完全清除。然後於隔年一月初開始定植無病健康苗，由於病毒感染源的消失，可以確保健康植株免於病毒之傳染。其保護之效果幾乎可以達到半年至九個月以上。

結　　語

台灣號稱為寶島，除了因為四季如春氣候宜人之外，相當程度也凸顯台灣之地理環境適合多樣化果樹之栽培，且產出之水果品質優秀。但多種著名的果樹如香蕉、柑橘、葡萄、木瓜與水梨等生產期間卻都面臨許多系統性病害的威脅。過去半世紀以來，政府投入相當豐富之資源進行此等果樹病害之防治，確實累積深厚的防治實務經驗，證實運用健康無病種苗確實為有效的防治策略。不過在運用此一策略時，有許多必須把握之要領與技術原則，筆者將過去三

十年來參與健康種苗策略應用之經驗加以整理，並逐一將運用此項策略時必須把握的原則加以陳述，希望台灣果樹產業發展各方先進之參考應用。內文所提之各項原則謹代表各人意見，野人獻曝，上請各方先進不吝指教。

參考文獻

1.林上湖、鐘文全、張定霖、姚士源。2008。台灣馬鈴薯種薯栽培現況。農政與農情 192:65-69。

2.柯勇。1998。環境因子與病害之關係。P. 269-276。作物病害與防治。藝軒圖書出版社出版。台北。550 pp.

3.孫守恭。1992。台灣果樹病害。世維出版社出版。台中。550 pp。

4.張清安。1997。本省應用無病毒種苗之回顧與展望。植物保護學會刊 39:63-73。

5.張清安 1999. 健康種苗與永續農業。永續農業 10:39-47。

6.張清安。2006a。驗證制度與健康種苗產業之發展。農科新世紀 5:23-29。

7.張清安。2006b。健康種苗體系之國際成功案例。農科新世紀 5:30-31。

8.張清安。2011。推動無病毒健康種苗策略之檢討與期待。植物種苗 13:1-20。

9.張清安、林瑩達。1992。無病毒百香果苗栽植後之再感染生態及

其防治病毒病效果評估。植物病理學會刊 1:140-146。

10.張清安、揚佐琦、詹竹明、陳金枝。1994。無病毒豇豆種子之生產與應用。植物保護學會刊 36:313-325。

11.黃新川。1996。無毒化健康蕉苗之培育 p.1-6. 健康清潔植物培育研習會專刊。中華民國植物病理學會編 248 pp。

12.翁敏雄、湯興宗、蘇慶昌、趙治平。2011。應用綜合防治技術防治田間蕉苗嵌紋病。植物病理學會 99 年度論文宣讀摘要 V17。

13.鄧汀欽、王怡玎。2003。台灣本土青蒜健康種蒜之培育與應用。植物病理學會刊 12:1-9。

14.盧耀村、林俊義、許芳源。1992。馬鈴薯無病毒種原之培育與應用。p 325-347.病蟲害非農藥防治研討會專刊 359 pp.

15.羅淑芳、廖嘉信。1994。甘藷健康種苗培育。p.247-254. 根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊 361 pp。

16.蘇鴻基。1996。無毒柑桔種苗之培育。健康清潔植物培育研習會專刊。中華民國植物病理學會編 248 pp。

17.Waterworth, H. E. 1998. Certification for plant viruses. Page 325-331. in: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R. K. Khetarpal, and H. Koganezawa, eds., APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 684 pp.

Healthy seedling production technology and fruit tree industry

Lao-Dar Juang

Chaoyang University of Technology, Graduate Institute of Biochemical Sciences and Technology

Abstract

Taiwan island, although situates within subtropical region, has very diversified geography and environment. In the plane region, its warm and humid environment is suitable for the cultivation of most tropical and subtropical fruit crops. While in its mountain area, which covers almost two thirds of Taiwan's total acreage, owns highly diversified altitudes and environments and is also appropriate to grow fruit trees of temperate zone. Taking such advantages on environmental conditions, nearly all kinds of well known fruit crops have been successfully cultivated in Taiwan since 1950s. Most fruit trees need longer vegetative growing period before fruit yielding stage. This makes fruit crop cultivation more challenging especially on pest protection than other crops. Among the diseases that threaten fruit trees, those cause systemic infection and can transmit vertically from mother plants to their vegetative growing materials, such as viruses, viroids and phytoplasmas, are considered to be more dangerous and

economically important. Once infected by these pathogens, most fruit trees will gradually lose their vigor and productivity and more importantly most of these diseases can not be cured by any treatment including chemotherapy. Furthermore, most of these pathogens can be transmitted efficiently and long distantly by insect vectors. These properties make cultivation of fruit trees suffering such diseases a highly challenging task. To combat against these diseases, past experience has consistently shown that the most effective control strategy is to eradicate diseased trees in the field and replanted with disease free young trees. Therefore, to establish an efficient disease free fruit tree propagation system is necessary for the implementation of control strategy on most fruit crops. Technically, in order to establish a disease free fruit tree propagation program, there are at least four parameters should be considered. 1.Techniques for screening and confirming disease free growing materials. 2.Techniques for elimination of pathogens from cultivars or clones with good horticultural traits. 3.Techniques to maintain and protect disease free growing materials from re-infection. 4.Techniques for mass reproducing disease free growing materials efficiently and economically. Besides these techniques related to the production of disease free fruit trees, actually there is another parameter should be

considered once the disease free materials are available. That is how to protect the disease free materials from early re-infection when they are transplanted into the open fields. Without appropriate protection scheme those disease free young trees may re-infected quickly before maturation and lose their productivities. In this article, experience accumulated from the past two decades will be used as examples to explain the application of disease free fruit tree to control diseases caused by virus and virus-like pathogens.